



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

Centro de Ciências Agrárias
Departamento de Aquicultura
Curso de Engenharia de Aquicultura

Paula Mendes Pires

**MANEJO DE REATOR OPERADO EM BATELADA SEQUENCIAL “SBR” PARA
TRATAMENTO DO LODO DE CULTIVO**

Florianópolis/SC

2013/2

Paula Mendes Pires

MANEJO DE REATOR OPERADO EM BATELADA SEQUENCIAL “SBR” PARA TRATAMENTO DO LODO DE CULTIVO

Relatório de Estágio Supervisionado II
apresentado ao curso de Engenharia de
Aquicultura, como exigência para
obtenção do grau de bacharel em
Engenharia de Aquicultura pela
Universidade Federal de Santa Catarina.

Orientadora: Prof^a. Dra. Katt Regina Lapa.

Supervisor: Dr. Luiz Alejandro Vinatea
Arana.

Florianópolis/SC

2013/2

Ao meu Deus - autor da minha vida, razão da minha existência,

Aos meus pais Lenildo e Maria das Graças

Aos meus irmãos Gláucio, Bruno, Felipe e Aline

As minhas cunhadas Anízia e Viviane

Ao meu sobrinho "bebê da tia" Davi Felipe

Dedico

AGRADECIMENTOS

Considerando este trabalho de conclusão de curso como resultado de uma caminhada que não começou na UFSC, agradecer pode não ser tarefa fácil, nem justa. E para não ser injusta, pretendo não citar nomes, pois a cada instante recordava de uma nova pessoa, de uma nova ajuda.

Meu maior agradecimento a Deus, pela força e coragem durante toda esta longa caminhada, por estar sempre presente em minha vida;

Dedico esta, bem como todas as minhas demais conquistas, a minha família mais do que agradecimento, desculpas, pois várias foram às ausências. Obrigada pelo carinho, compreensão, paciência e incentivo;

A Universidade Federal de Santa Catarina pelo ensino de qualidade e pela oportunidade concedida;

Ao professor, supervisor e coordenador do curso Luiz Alejandro Vinatea Arana, pelo convívio, pelo apoio, pela compreensão e pela amizade;

A professora e orientadora Katt Regina Lapa por seu apoio e inspiração no amadurecimento dos meus conhecimentos e conceitos que me levaram a execução e conclusão deste trabalho;

A todos os professores do curso, que foram tão importantes na minha vida acadêmica e no desenvolvimento deste trabalho;

A minha tutora Anita Rademaker Valenca – obrigada por tudo;

Aos grandes colegas Carlos “da água” e Bruno Carvalho por terem aceitado participar da banca de defesa - Carlos agradeço todos os ensinamentos prestados no Laboratório de Qualidade de Água. Ao Rafael Arantes, o meu sincero agradecimento;

A toda equipe do Laboratório de Camarões Marinhos pela oportunidade de mais uma vez estar junta ao grupo de vocês - o meu sincero agradecimento;

Aos meus amigos que fiz durante esses quatro anos e meio de faculdade, desejo a todos muito sucesso e que Deus ilumine a vida de cada um.

Obrigada!

*"Mas o fruto do espírito é: amor, gozo,
paz, longanimidade, benignidade,
bondade, fé, mansidão, temperança."
(Gálatas 5:22).*

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Estação de Maricultura Prof. Elpídio Beltrame em Florianópolis/SC.....	23
Figura 02 – <i>Litopenaeus vannamei</i> (Bonne, 1931).....	26
Figura 03 – Tanque utilizado para a retirada de lodo.....	29
Figura 04 – Decantador utilizado para a extração de lodo do tanque de cultivo (a) sobrenadante (b) coleta do lodo (c) tanque de floculação.....	30
Figura 05 – Bancada mostrando os equipamentos (a) aquecedor (b) reator aeróbio (c) reator anaeróbio (d) bombas dosadoras (e) quadro elétrico (f) decantador.	31
Figura 06 – Ilustração das etapas do ciclo operacional do reator operado em batelada sequencial.	32
Figura 07 – Amostras (a) 13 (b) 9 extraídas do tanque.	

Erro! Indicador não definido.

LISTA DE TABELAS

Tabela 01- Produção (t) da aquicultura marinha no ano de 2011, discriminadas por espécie no Brasil.....	10
Tabela 02- Quantidades necessárias para produzir 1 kg de camarão em sistemas convencionais e em sistema de bioflocos.....	16
Tabela 03- Monitoramento dos tanques de cultivo: análises, frequência e respectivas metodologias.....	27

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	10
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	14
2.1 Uso de reatores em batelada sequencial.....	14
2.2 Sistema de bioflocos (BFT system)	15
3. OBJETIVOS	18
3.1 Objetivo geral	18
3.2 Objetivo específico	18
4. QUALIDADE DE ÁGUA	19
4.1 Importância da qualidade de água para aquicultura	19
4.2 Temperatura.....	19
4.3 Transparência.....	19
4.4 PH	20
4.5 Amônia	20
4.6 Oxigênio dissolvido.....	21
4.7 Nutrientes	21
4.8 Alcalinidade	22
5. DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES.....	23
5.1 Histórico do laboratório.....	23
5.2 Início.....	24
5.3 Espécie cultivada.....	25
5.4 Estágio Supervisionado II	26
6. CONCLUSÃO	34
7. BIBLIOGRAFIA	35

RESUMO

Este relatório tem como objetivo tecer considerações a respeito das atividades desenvolvidas durante o estágio supervisionado na Estação de Maricultura Prof. Elpídio Beltrame, especificamente no Laboratório de Camarões Marinhos explanando o Manejo de Reator Operado em Batelada Sequencial “SBR” para tratamento do lodo de cultivo. A espécie cultivada neste laboratório é *Litopenaeus vannamei* que graças ao avanço tecnológico, vem ganhando espaço mundialmente. O estágio é um momento de fundamental importância no processo de formação profissional. Um dos grandes desafios na produção comercial de organismos aquáticos está em busca por sistemas sustentáveis. O controle de qualidade da água é fundamental, onde suas variáveis afetam a integridade do sistema imune dos animais, além de influenciarem no crescimento e multiplicação de patógenos diversos. Assim, o tratamento de efluentes e o sistema de bioflocos “BFT” são tecnologias em processo de difusão e melhoramento no Brasil e no mundo. Neste estudo constituiu em um treinamento que possibilitou vivenciar o aprendizado na faculdade, tendo como função integrar as inúmeras disciplinas que compõem o currículo acadêmico, promovendo um nível de consistência e o grau de entrosamento. Por meio dele pude perceber as diferenças do mundo organizacional e exercitar minha adaptação ao meio profissional. E que o sistema de bioflocos num futuro próximo pode garantir um sistema sustentável e ambientalmente correto, minimizando o uso de água e economizando na alimentação artificial.

Palavras - chave: aquicultura, estágio, *Litopenaeus vannamei*, bioflocos.

1. INTRODUÇÃO

O cultivo de camarões é desenvolvido no Brasil desde os anos 1970 especialmente com espécies marinhas e estuarinas, onde é possível destacar cultivos do camarão branco do pacífico (*Litopenaeus vannamei*) como a espécie com maior distribuição e maior volume de produção nacional, realizado em regiões costeiras e em sistemas semi-intensivos e intensivos, principalmente (ANDREATTA & BELTRAME, 2004).

Atualmente a produção aquícola marinha brasileira pode ser dividida basicamente em dois tipos: a malacocultura, que se refere a produção de moluscos e a carcinicultura, que se refere à produção de crustáceos. Desses, a carcinicultura, a qual concentra a maior parte da produção nos estados do Rio Grande do Norte e Pará, foi responsável por cerca de 80% (Tabela 01) do total produzido em 2011 (Boletim Da Pesca e Aquicultura, 2011).

Tabela 01- Produção (t) da aquicultura marinha no ano de 2011, discriminadas por espécie no Brasil.

Espécie e tipo de cultura	2011
Total	84.212,3
MALACOCULTURA	18.541,7
Mexilhão	15.989,9
Ostra	2.538,4
Vieira	13,4
CARCINICULTURA	65.670,6
Camarão	65.670,6

* Extraído de: Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura, 2011.

A aquicultura é uma fonte poluidora, uma vez que há acúmulo de matéria orgânica no solo, causando liberação de gases para a atmosfera e consequentemente afetando os habitats.

Segundo Henry-Silva & Camargo (2008):

Os efluentes de aquicultura são ricos em nitrogênio, fósforo e matéria

orgânica que contribuem para a eutrofização dos corpos d'água receptores, além de ocasionarem redução ou alteração da biodiversidade [...] Há a necessidade do tratamento dos efluentes visando atender a exigência das novas legislações e as pressões de órgãos ambientais e da própria sociedade.

A prática da aquicultura não é possível sem a existência da água, assim mesmo, uma fonte de água poluída, seja ela fluvial lacustre ou marinha, torna impossível qualquer empreendimento de cultivo de organismos aquáticos (ARANA, 2004).

Os nutrientes na coluna d' água são fundamentais para o desenvolvimento do fitoplâncton, porém em excesso acarreta um “*bloom*” de algas, onde existe competições, predações, bem como sombreamento entre os organismos aquáticos ali existentes. A descarga excessiva desses nutrientes dá-se por efluentes domésticos, industriais, agrotóxicos, entre outros.

É de extrema importância que se faça estudo do local antes mesmo de aplicá-lo sem o conhecimento devido, tratando a água, os dejetos, observando a viabilidade deste terreno para inserir a espécie no viveiro/ tanque.

No entanto, segundo a resolução do CONSEMA 18.05.2010 a aquicultura tem classificação média, porém seus hectares demandam um potencial forte, onde requer habilidades e manuseios adequados.

As atividades realizadas por seres humanos tais como a aquicultura, produzem efeitos negativos sobre a biota aquática. A intensificação da aquicultura tem levado a um aumento da concentração de nutrientes, o que leva a um aumento da matéria orgânica e os sólidos dissolvidos inorgânicos presentes, e hipernitrificação de massas de água, o que promove introdução de outros resíduos, como as substâncias químicas e os antibióticos que podem contaminar o meio ambiente (Yemall et al., 2013).

Segundo Yemall et al (2013) a natureza e a extensão dos impactos ambientais de efluentes de aquicultura dependerá do sistema de cultivo, das taxas de produção, da qualidade e quantidade de efluente e do tempo de retenção hidráulica (TRH). Também recebendo corpo receptor das espécies cultivadas e estágios de produção,

o tipo de alimentos e das taxas de alimentação e os procedimentos de manejo, como o tratamento de efluentes.

O Brasil possui uma grande disponibilidade hídrica, o que pode representar um fato econômico positivo para o país, mas, para que haja a utilização dos recursos hídricos é necessário que se faça um estudo de impacto, pois, através dos efluentes gerados pela aquicultura, os ecossistemas aquáticos são seriamente afetados. Diversos impactos ambientais em corpos hídricos são resultantes do mau manejo de empreendimentos aquícolas que descartam seus efluentes nos rios sem nenhum tipo de tratamento preliminar.

Pode-se citar como os principais impactos negativos causados pela aquicultura (BOYD, 2003):

- Poluição da água resultante dos efluentes dos tanques de engorda;
- Uso excessivo de drogas, antibióticos, e outros produtos químicos para controle de enfermidades dos animais aquáticos;
- Salinização de terras e águas por efluentes, esgotos, e sedimentos de águas salobras provenientes de sistemas de engorda;
- Uso excessivo de água subterrânea e outras fontes de água doce para abastecimento de tanques;
- Efeitos negativos sobre a biodiversidade causados pela fuga de espécies não nativas introduzidas para produção, destruição de pássaros e outros predadores,
- Conflitos com outros usuários dos recursos hídricos e rompimento das comunidades vizinhas.

Algumas atividades da aquicultura possuem um grande potencial de degradação ambiental. Para que se faça o manejo e o tratamento do efluente dos tanques de cultivo é necessário que se caracterize o sistema de cultivo apontando a qualidade da ração oferecida, a densidade de cultivo, biomassa dos animais e o tempo de permanência do efluente dentro dos viveiros.

Neste contexto, estratégias apropriadas de manejo dos resíduos são indispensáveis para manter a legalidade, a rentabilidade e a sustentabilidade de qualquer empreendimento aquícola (NACA/FAO, 2000).

A aquicultura moderna deve contemplar, além do lucro, a preservação

ambiental e o desenvolvimento social. A preocupação com o ambiente deve ser parte integrante do processo de produção, de modo que as técnicas devem aperfeiçoar a produção de organismos aquáticos considerando os possíveis impactos do sistema de criação (VALENTI, 2000).

A qualidade de água é requisito básico para o sucesso econômico do sistema produtivo, sendo que esta atividade gera processo de intensa eutrofização. Sendo a qualidade dos efluentes do cultivo de camarões avaliados através dos parâmetros físico-químicos de qualidade da água, incluindo variáveis como nitrito, nitrato, pH, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio (DBO, quantidade necessária de OD para oxidar matéria orgânica disponível), dentre outros.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Uso de reatores em batelada sequencial

O reator em batelada e aeração intermitente pode permitir o aprimoramento do controle das características do efluente. Outra vantagem do reator proposto é a imobilização da biomassa que, para as bactérias nitrificantes, que apresentam crescimento lento e baixo rendimento celular, pode significar a diferença entre permanecerem ou serem arrastadas do reator juntamente com o efluente (CASTRO 2005). A autora constatou que é possível obter o processo estável de remoção de nitrogênio em reator operado em bateladas sequenciais, submetido a etapas de aeração e não aeração em um mesmo ciclo.

Lapa (2003) operou um reator anaeróbico em batelada sequencial de leito fixo formado por matrizes de pedra pome, provido de agitador mecânico obtidos do tratamento de esgoto sanitário entre algumas conclusões, concluiu que o sistema foi de fácil operação e controle, bons desempenhos de DQO, diminuição de SST, pH constante, valor médio de alcalinidade a bicarbonato, a biomassa apresentou grande variedade de células microbianas.

Mockaitis (2008) concluiu que as operações em batelada alimentada favorecem a remoção de sulfato, enquanto foi observado que nas operações em batelada a remoção de matéria orgânica atingiu melhores eficiências.

Já o autor Zimmer (2006) avaliou a influência da carga orgânica volumétrica aplicada e do tempo de enchimento sobre a estabilidade e a eficiência do reator em batelada com biomassa granulada tratando soro de queijo diluído. Este estudo mostrou que maiores tempos de enchimento levam a redução dos picos de concentração e outros fatores ao longo do ciclo.

Iamamoto (2006) em seu estudo verificou a diminuição da população de bactérias oxidantes de nitrito. Acredita que esse processo favoreceu a nitrificação via nitrito na concentração de 500 mg N/L e afirma que a aeração intermitente e alimentação em batelada possibilitaram a estabilidade do pH, com controle da inibição por amônia livre.

Segundo Vela (2006) a sua pesquisa utilizando dois reatores anaeróbicos operados em batelada sequencial e aerados (anaeróbia, operando com biomassa imobilizada e outro aeróbico com biomassa suspensa) relata que os dois reatores foram praticamente instáveis e pouco eficientes na matéria orgânica.

2.2 Sistema de bioflocos (BFT system)

A escassez de alimentos aquáticos gerou um crescimento considerável na produção mundial de camarões nas últimas quatro décadas, principalmente nos países em desenvolvimento. Esse aumento trouxe problemas relacionados à poluição das águas ocasionados pela emissão de efluentes sem tratamento, pela crescente demanda por farinha e óleo de peixe (produtos utilizados na formulação de rações), e devido ao surgimento de doenças como a Síndrome de Taura e Mancha Branca, que prejudicou a atividade em diferentes países (AQUABIO, 2013).

Os problemas enfrentados pelos carcinicultores têm estimulado o desenvolvimento de novas tecnologias com novas práticas de produção. Tecnologias que em grande parte visa reduzir a quantidade e as trocas de água. Entre as novas tecnologias de cultivo que estão sendo desenvolvidas em nível mundial destaca-se o cultivo de camarões em meio heterotrófico ou também chamado de sistema “*BFT*” (Biofloc Technology System ou Sistema de Bioflocos).

Conforme Wasielesky et al; Boyd (2006; 2003 apud KRUMMENAUER et al, 2012) essa tecnologia também prevê a biossegurança, uma vez, que com a redução de troca de água, reduz-se também a possibilidade de introdução de doenças no sistema e a salinização dos corpos de água.

Para o funcionamento de qualquer sistema de produção aquícola é obter condições para o desempenho zootécnico adequado dos animais, o que passa pela manutenção de excelente qualidade de água ao longo de todo ciclo produtivo. O crescimento desejável exige rações proteicas de boa qualidade, em quantidades determinadas pela idade e espécie produzida. Taxas de alimentação, de metabolismo dos peixes e quantidade de resíduos gerados interferem na qualidade

de água. As variáveis críticas da água incluem oxigênio dissolvido (OD), amônia não ionizada (NH_3), nitrito (NO_2), pH e dióxido de carbono.

Dentro do contexto da redução de quantidade de água utilizada nos cultivos, quando comparamos com os sistemas convencionais, observamos que estes requerem grandes volumes de água, sendo necessários de 20 a 64 m³ de água para produzir 1 kg de camarão. A tabela 01 nos mostra que o cultivo com bioflocos pode ser realizado com apenas 1% deste volume de água.

Tabela 02 - Quantidades necessárias para produzir 1 kg de camarão em sistemas convencionais e em sistema de bioflocos.

Autor	País	Sistema de cultivo	Litros
<i>Hopkins et al, 1993</i>	EUA	Tradicional	64000
<i>Otoshi et al, 2009</i>	EUA	Bioflocos	160
<i>Wasielisky et al, 2007</i>	BRASIL	Bioflocos	250
<i>Krummenauer et al, 2011</i>	BRASIL	Bioflocos	169
<i>Samocha et al, 2010</i>	EUA	Bioflocos	98
<i>Krummenauer et al, 2012</i>	BRASIL	Bioflocos	119

* Extraído de: Panorama da aquicultura, 2013.

A formação dos bioflocos ocorre a partir da mudança da relação entre carbono e nitrogênio (C:N) dos cultivos, que deve se manter entre 15 e 20:1 para que ocorra o surgimento de bactérias heterotróficas, dando início a uma sucessão microbiana. Para que isso ocorra, são feitas aplicações de fontes de carbono, como melaço de cana de açúcar, farelos de arroz e de trigo. A partir da mudança da relação C:N e através de uma forte aeração, são formados bioflocos, constituídos principalmente de bactérias, microalgas, fezes, exoesqueletos, restos de organismos mortos, protozoários e invertebrados. Eles servem de suplemento alimentar para os animais e assimilam os compostos nitrogenados presentes na água de cultivo, que são tóxicos aos camarões. Estudos realizados em Belize (América Central) mostram que mais de 29% do alimento consumido pelos camarões podem vir dos bioflocos na água (AQUABIO, 2013).

O estudo do efeito de farelo de arroz como fonte de carbono e proteína na

fertilização artificial da água em sistemas heterotróficos de cultivo, pode fornecer subsídios que contribuam com a melhoria dos protocolos de fertilização inicial, favorecendo a diminuição dos custos de produção, promovendo maior sustentabilidade produtiva, principalmente em sistemas superintensivo de *L. vannamei* (VILANI, 2011).

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Tecer considerações a respeito das atividades desenvolvidas durante o estágio supervisionado na Estação de Maricultura Prof. Elpídio Beltrame, especificamente no Laboratório de Camarões Marinhos explanando o Manejo de Reator Operado em Batelada Sequencial “*SBR*” Para Tratamento do Lodo de Cultivo.

3.2 Objetivo específico

- ◆ Descrever, de forma geral, as atividades desenvolvidas no estágio supervisionado;
- ◆ Elencar as atividades que se constituíram mais relevantes durante o período de estágio.

4. QUALIDADE DE ÁGUA

4.1 Importância da qualidade de água para aquicultura

Com o objetivo de qualquer criação animal é o crescimento e o ganho de peso, a qualidade da água é crucial. Para que uma determinada espécie alcance um bom índice de crescimento, portanto ganhando peso e reduzindo o tempo de cultivo, é imperativo observar que esses espécimes tenham, além de uma alimentação adequada, uma água de boa qualidade, que esteja em condições de suportar a biomassa existente no tanque ou no açude. Existem fatores que não dependem da concentração (densidade) dos animais em viveiros e barragens, como a temperatura, componentes químicos da água e nebulosidade; outros já são dependentes, como a concentração de oxigênio dissolvido e a presença de resíduos como as rações. Assim, o aquicultor deve entender que a espécie cultivada vive no meio onde permanecem os seus resíduos, sendo necessário, portanto, proporcionar-lhe as mínimas condições de vida, mas quando colocado em um sistema fechado e adensado, como é a criação semi-intensivos e intensiva, estes cuidados devem ser redobrados (EMBRAPA 1999).

4.2 Temperatura

A temperatura é um fator de extrema importância para a aquicultura, pois afeta características físicas e químicas da água, em consequência disso, pode-se observar que o metabolismo dos organismos aquáticos é dependente de temperatura, bem como a solubilidade do oxigênio dissolvido, a densidade e a viscosidade. Portanto, o acompanhamento da temperatura da água deve ser diário devido a sua grande variação ao longo do dia, com pelo menos três leituras ao dia. Sua medida é obtida através de uma simples leitura em termômetro simples. (EMBRAPA 1999).

4.3 Transparência

A transparência nada mais é do que a penetração dos raios solares na água. É

realizada através de um instrumento simples, que pode ser confeccionado pelo próprio aquicultor; um prato metálico de superfície plana, com aproximadamente 30 cm de diâmetro, apresentando uma pintura intercalada de branco e preto, acoplado a uma corda com divisões, para se identificar a profundidade. Colocando-se o disco perpendicular à superfície da água, observa-se o reflexo deste em relação à superfície. Quando não se pode mais observar o disco, anota-se aquela profundidade, e o resultado multiplica-se por dois, para se obter a altura da coluna d' água, até onde ocorre o retorno do brilho do reflexo solar. Este parâmetro pode ser influenciado por fatores como: presença de plantas aquáticas, turbidez da água, temperatura, profundidade do ambiente, além da presença de fitoplâncton. Uma frequência semanal para as medidas é um bom índice para a transparência (EMBRAPA 1999).

4.4 PH

É a medida de concentração do potencial de hidrogênio, o qual determina caractere de acidez, alcalinidade ou neutralidade da água. Ocorre um equilíbrio natural na água, através da concentração de dióxido de carbono, bicarbonato e carbonato, sendo o primeiro resultante da respiração dos organismos aquáticos bem como da decomposição de matéria orgânica. Deve ser acompanhado pelo menos uma vez por semana, utilizando-se instrumentos ou papel de medição de pH (EMBRAPA 1999).

4.5 Amônia

A concentração de amônia junto com o pH devem ser monitorados, especialmente quando se adiciona à água fertilizantes que contenham amônia na sua fórmula. Uma das principais fontes de amônia na água dos tanques são a excreção dos animais e o excesso de alimento que não fora ingerido. Um índice de 01 mg/l é o máximo aceitável para a concentração de amônia na água (EMBRAPA 1999).

A amônia sendo tóxica causa desequilíbrio fisiológico, falha renal, supressão

da excreção da amônia endógena, resultando em falhas neurais e citológicas, e, também, falha das brânquias, dificultando a respiração. Uma série de fatores influencia a toxidez da amônia, incluindo ureia, amido e amino óxido derivados, ácido úrico, dióxido de carbono e oxigênio dissolvido (EMBRAPA 1999).

4.6 Oxigênio dissolvido

O oxigênio é um dos fatores-chave para a vida aquática e, como geralmente se encontra com baixa solubilidade na água, é frequentemente um fator limitante para esse tipo de vida.

A concentração de oxigênio na água é controlada por diversos fatores: fotossíntese, respiração, troca de ar com a interface da água e a suplementação da água do tanque (renovação). A quantidade de oxigênio dissolvido na água depende da pressão atmosférica e da pressão parcial deste gás em contato com a superfície da água. Entre os dois se estabelece uma média, um equilíbrio, responsável pela passagem do oxigênio entre o ar e a água.

A coleta de água para se medir o oxigênio dissolvido, devem ser realizadas a uma profundidade média de 10 cm, por ser uma zona ótima de produção deste gás, em vidros de cor âmbar e de boca larga. Mas hoje, leituras podem ser feitas diretamente na água do açude/tanques, com aparelhos medidores portáteis de oxigênio que podem ser automáticos ou reguláveis. A faixa segura do oxigênio dissolvido está ao redor de 5 mg/l (EMBRAPA 1999).

4.7 Nutrientes

A presença de nutrientes na água é de extrema importância para as espécies aquáticas, pois os nutrientes representam a fertilidade natural da água, da qual a produtividade primária e, posteriormente, a produção de espécimes depende. Por isso em vários casos é recomendado o uso de adubos, o que altera a presença de nutrientes na água. Esses nutrientes devem ser acompanhados pelo menos uma vez por mês para que se verifique seu nível na água (EMBRAPA 1999).

Os principais nutrientes que devem ser acompanhados nas águas são: fósforo,

potássio e cálcio. Por serem limitantes em sistemas aquáticos, podem afetar a produção primária, comprometendo a qualidade da água dos tanques.

4.8 Alcalinidade

Segundo os autores SAWYER e MCCARTY (1978, apud POLI & ARANA, 2004), a alcalinidade da água significa a capacidade em neutralizar ácidos. A medida da alcalinidade é de fundamental importância durante o processo de tratamento de água, pois, é em função do seu teor que se estabelece a dosagem dos produtos químicos utilizados. Normalmente as águas superficiais possuem alcalinidade natural em concentração suficiente para reagir com o sulfato de alumínio nos processos de tratamento. Quando a alcalinidade é muito baixa ou inexistente há a necessidade de se provocar uma alcalinidade artificial com aplicação de substâncias alcalinas tal como cal hidratada ou Barrilha (carbonato de sódio) para que o objetivo seja alcançado. Quando a alcalinidade é muito elevada, procede-se ao contrário, acidificando-se a água até que se obtenha um teor de alcalinidade suficiente para reagir com o sulfato de alumínio ou outro produto utilizado no tratamento da água (BRASIL 2004). No cultivo de camarões sua importância está na formação do exoesqueleto (carapaça).

5. DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES

O estágio foi realizado no Laboratório de Camarões Marinhos (Figura 01) da Universidade Federal de Santa Catarina localizado na Rua Beco dos Coroas, número 503 na Barra da Lagoa.

Figura 01 – Estação de Maricultura Prof. Elpídio Beltrame em Florianópolis/SC.



Fonte: <maps.googleearth.com>, acessado em 02/12/2013.

5.1 Histórico do laboratório

Idealizado para promover o desenvolvimento do cultivo de camarões marinhos na região sul do Brasil, a construção do LCM iniciou em novembro de 1983 tendo sido inaugurado em 5 de janeiro de 1985. Em 1984 a UFSC iniciou as pesquisas com reprodução e cultivo das espécies nativas. Durante 17 anos dedicou-se ao desenvolvimento de tecnologia para reprodução e cultivo das espécies nativas *P. paulensis* e *P. schmitti*, que, apesar dos ótimos resultados na reprodução, em escala comercial não foram competitivos nas fazendas de produção. Durante esse período,

grande parte do potencial do laboratório foi usada para programas sociais, através do repovoamento de Lagoas Costeiras (entre os anos de 1991 a 1997). Com o intuito de viabilizar a atividade de carcinicultura em Santa Catarina, no segundo semestre de 1998, a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e a Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural do Estado de Santa Catarina (EPAGRI) foram responsáveis pela introdução da espécie *Litopenaeus vannamei* nas fazendas existentes no Estado. Em razão do excelente desempenho nas fazendas de cultivo, a introdução da espécie *L. vannamei* exigiu do LCM a ampliação da produção, com capacidade instalada para produzir 60 milhões de pós-larvas por mês. Atualmente as prioridades do LCM estão sendo direcionadas para a pesquisa, treinamento, planejamento e extensão (LCM-UFSC).

5.2 Início

O Laboratório de Camarões Marinhos, desde a sua criação em 1984, estabeleceu uma estreita relação com o setor produtivo e, além da pesquisa e do ensino, se dedicou a apoiar a indústria com o fornecimento de pós-larvas para as unidades de produção estabelecidas no estado de Santa Catarina. Na atualidade, o LCM dedica-se basicamente ao desenvolvimento de pesquisas científicas de ponta na área e a formação de recursos humanos, principalmente alunos de graduação em Engenharia de Aquicultura e pós-graduação em Aquicultura (LCM-UFSC).

É composto de seis setores principais: setores de microalgas, artêmia, maturação, larvicultura, pré-berçário, Banco de Reprodutores. Estes setores são assessorados pelos setores de qualidade de água e de microbiologia. Tem como missão: "Contribuir para o desenvolvimento do cultivo de camarões marinhos através do fomento, da geração e da transferência de conhecimento tecnológico, visando à melhoria da qualidade de vida".

Tem como missão: "Contribuir para o desenvolvimento do cultivo de camarões marinhos através do fomento, da geração e da transferência de conhecimento tecnológico, visando à melhoria da qualidade de vida" (LCM-UFSC).

5.3 Espécie cultivada

A espécie *Litopenaeus vannamei* (Figura 02) é nativo da costa oriental do Oceano Pacífico, desde Sonora, México ao norte, do Centro e Sudamérica até Tumbes em Peru, em águas cuja temperatura é normalmente superior a 20 °C durante todo o ano. A espécie se encontra em habitat marinhos tropicais. Os adultos vivem e se reproduzem em mar aberto, em pós-larvas migram até as costas e ficam até a etapa de juvenil. Completam a última etapa (adulto) em estuários, lagoas costeiras e manguezais. Os machos maturam a partir dos 28 g com idade de entre 6 e 7 meses. Quando o *vannamei* pesa entre 30 e 45 g libera entre 100 000 e 250 000 ovos de aproximadamente 0,22 mm de diâmetro. A incubação ocorre 16 horas depois da desova e a fertilização. Na primeira etapa, a larva, denominada náuplio, nada intermitentemente e é fototaxia positiva. Os náuplios não requerem alimentação, sendo que se alimenta de sua reserva embrionária. As seguintes etapas larvais (protozoa, mysis e pós-larva respectivamente) continuam sendo planctônicas por algum tempo, se alimentam do fitoplâncton e do zooplâncton, e são transportados até a costa pelas correntes marinhas. As pós-larvas (PL) trocam seus hábitos planctônicas uns cinco dias depois de sua metamorfose a PL, percorrendo até a costa e começam a alimentar-se de detritos bênticos, bivalves, crustáceos (FAO, 2013).

- Classificação taxonômica

Reino Animalia

Filo Arthropoda

Classe Decapoda

Ordem Decapoda

Família Penaeidae

Gênero *Litopenaeus*

Espécie *Litopenaeus vannamei* (Bonne, 1931)

Figura 02 - *Litopenaeus vannamei* (Bonne, 1931).



Fonte: http://www.ictieterm.es/nombre_cientifico.php?nc=235

5.4 Estágio Supervisionado II

Este relatório de estágio é um acompanhamento do projeto de doutorado do estudante Rafael da Fonseca Arantes, que está em fase de testes iniciais acoplado ao desenvolvimento de tecnologias limpas para a aquicultura. Tendo como um dos objetivos avaliar o desempenho de dois tipos de reatores operados em bateladas sequenciais, com aeração intermite, usando biomassa bacteriana livre ou imobilizada, para o tratamento do efluente de cultivos superintensivo de *L. vannamei* com bioflocos.

Foram determinados pH, temperatura, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio, alcalinidade, ácidos orgânicos voláteis, série de sólidos (totais, suspensos, voláteis, fixos e sedimentáveis), série nitrogenada (amônia, nitrito, nitrato, nitrogênio orgânico total) e fósforo (Tabela 02).

Tabela 03 - Monitoramento dos tanques de cultivo: análises, frequência e respectivas metodologias.

Parâmetro	Frequência	Método
Oxigênio Dissolvido	Diário	Oxímetro polarográfico YSI 55
Temperatura	Diário	Oxímetro polarográfico YSI 55
pH	Diário	YSI pH100
Salinidade	Diário	Salinômetro YSI 3d-10FT
Sólidos Totais	2 x semana	APHA 2540 B.
Sól. suspensos totais	2 x semana	APHA método 3540 D
Sól. Susp. voláteis	2 x semana	APHA método 3540 E
Sól. Susp. Fixos	2 x semana	APHA método 3540 E
N-NH ₄ ⁺ / N-NH ₃	2 x semana	Método de Koroleff (1976) (apud GRASSHOFF et al., 1983)
N-NO ₂ ⁻	1 x semana	Reação de Griess (AMINOT e CHAUSSEPIED, 1983 apud GRASSHOFF et al., 1983)
N-NO ₃ ⁻	1 x semana	Método de WOOD et al.(1969). (apud GRASSHOFF et al., 1983)
Nitrogênio orgânico (total e dissolvido).	1 x semana	VALDERRAMA, 1973 (apud GRASSHOFF et al., 1983)
Fósforo Total e (total dissolvido).	1x semana	VALDERRAMA, 1973 (apud GRASSHOFF et al., 1983)
P-PO ₄ ³⁻	1 x semana	MURPHY e RILEY (1962),(apud GRASSHOFF et al., 1983)
DBO 5	Final do cultivo	APHA 5210 B.
Alcalinidade	1 x semana	APHA (1998)
Fotossíntese	1 x semana	VINATEA et al. (2010)

Fonte: Rafael da Fonseca Arantes.

Para a determinação dos parâmetros físico-químicos foram realizados os procedimentos listados abaixo. Ressalto aqui a importância da correção das soluções tituladas. Serve para aferir o grau de exatidão das soluções padronizadas. Periodicamente, o técnico deve verificar a exatidão dessas soluções para que os resultados das análises sejam os mais corretos possíveis.

♦ Filtração – Com as amostras em mãos realizávamos primeiramente o processo de filtração. Consiste de uma bomba a vácuo no qual retém as partículas sólidas no filtro e a parte líquida no recipiente. Com auxílio de pipetas retirávamos uma alíquota e inseríamos nos frascos para análise dos parâmetros da qualidade do efluente.

♦ Amônia – Inseríamos a amostra no tubo Falcon, adicionando as soluções. Por último a absorbância/concentração era lida no espectrofotômetro a 640nm em cubeta, anotando na ficha seus valores para posterior análise.

- ♦ Alcalinidade – A metodologia é denominada como método volumétrico, o princípio do método é a titulação com ácido forte, de normalidade conhecida, para a quantificação da alcalinidade, em termos de carbonato de cálcio por litro. Sendo que ao final da dessa etapa o resultado obtido (tempo para atingir a cor ideal) era obtido:
- ♦ Turbidez – Método no qual pegávamos uma alíquota da amostra e era inserido no turbidímetro para leitura. A turbidez tem sua importância no processo de tratamento da água. Água com turbidez elevada e dependendo de sua natureza, forma flocos pesados que decantem mais rapidamente do que água com baixa turbidez.
- ♦ Sólidos suspensos - Duas maneiras são utilizadas para verificar a formação dos bioflocos: através da leitura das concentrações dos sólidos suspensos totais (SST) e também da leitura dos sólidos sedimentáveis (SS) que são realizados através de cones de Imhoff.
- ♦ Nitrito - Inseríamos a amostra em copos de café (pequeno), adicionando as soluções. Ao contrário da amônia, a absorbância/concentração era lida no espectrofotômetro a no comprimento de onda 543 nm.
- ♦ pH – A amostra era analisada através do pHmetro. Porém medido e ajustado sempre que necessário para melhorar o processo de coagulação/floculação da água e também o controle da desinfecção. O valor do pH variava de 0 a 14. Abaixo de 7 a água é considerada ácida e acima de 7, alcalina. Água com pH 7 é neutra.

Lembrando sempre que a precisão e exatidão das análises estão, além de outros fatores, ligadas ao uso do material de vidro no laboratório e manter as bancadas sempre limpas. Portanto, necessário que toda a vidraria esteja perfeitamente limpa, livre de impurezas, tais como sabões, detergentes e outros produtos que podem ficar aderidos às paredes dos recipientes. A vidraria em geral

pode ser lavada simplesmente com água, água e sabão neutro ou por meio de soluções especiais.

O tanque número 6 (Figura 03) foi operado em troca mínima de água, sendo utilizada somente água necessária para a reposição do volume retirado junto com o lodo removido diariamente dos decantadores. O início do cultivo iniciou em 25/09/2013 com peso médio de 6,8 g de camarão. A entrada de melaço (para controle da amônia no tanque) entrou no dia 25/09/2013. No mês de outubro os camarões apresentaram 11 g de peso médio com biomassa de 77 kg de camarões no tanque. Os camarões eram alimentados normalmente, com refeições diárias de 2, 100 kg de ração contendo 38% de proteína bruta (Guabi), que variava “a lanço” e por meio de bandejas; a quantidade consumida era visualizada por meio desse utensílio – bandeja.

Figura 03 - Tanque utilizado para a retirada de lodo.



Fonte: Autoria própria.

Em conjunto com o tanque, o decantador cilindro-cônico de fibra de vidro (Figura 04) foi manuseado de forma a remover os sólidos suspenso produzido em excesso e em seguida utilizado nos reatores.

Figura 04 - Decantador utilizado para a extração de lodo do tanque de cultivo (a) sobrenadante (b) coleta do lodo (c) tanque de floculação.



Fonte: Autoria própria

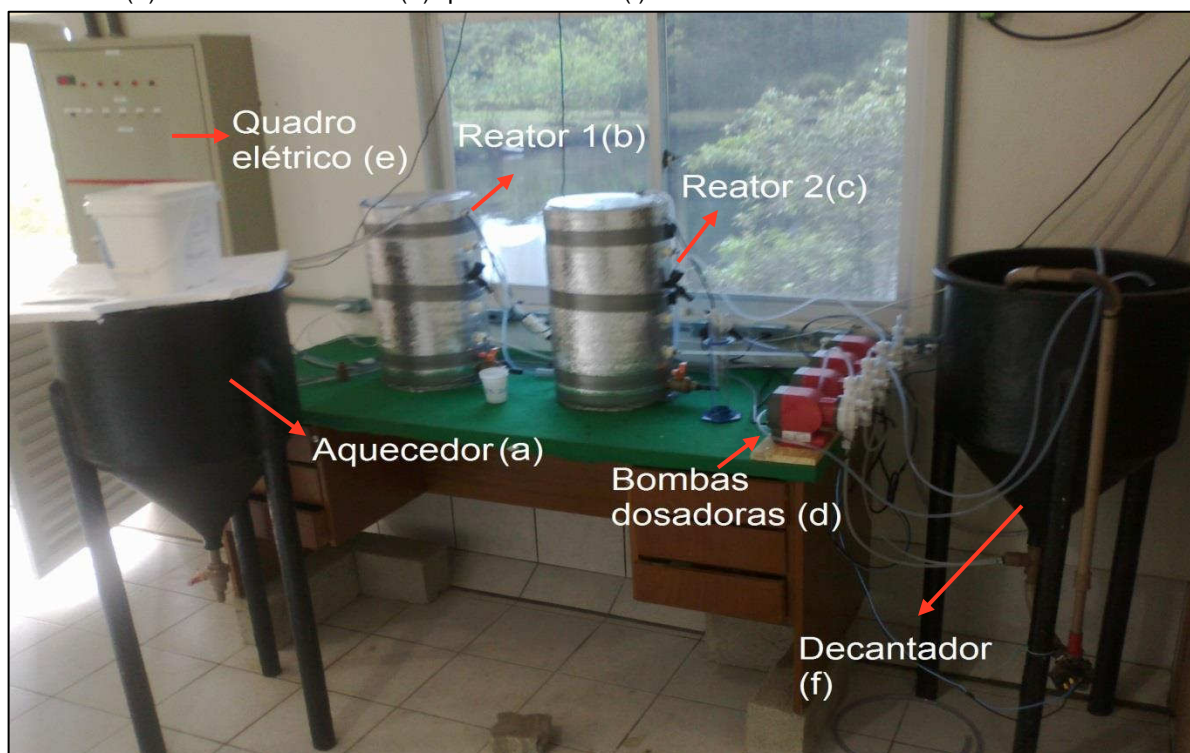
Do tanque de floculação (c), a água seguia para o decantador onde ficava um determinado tempo (24 h). Esse era o tempo necessário para que os flocos se depositassem no fundo. Na decantação ocorria a separação do sólido (lodo) e líquido (a) (efluente bruto) por meio da sedimentação das partículas sólidas permitindo a saída de um efluente clarificado, e pela sedimentação dos sólidos em suspensão no fundo do decantador, permitindo o retorno do lodo em concentração mais elevada.

No uso do lodo para o reator, o efluente do tanque de aeração era submetido à decantação, onde o lodo ativado era separado, voltando para o tanque de aeração. O retorno do lodo é necessário para suprir o tanque de aeração com uma quantidade suficiente de microrganismos, além de manter uma relação alimento/

microrganismo capaz de decompor com maior eficiência o material orgânico. Essa massa de sólidos, denominada lodo era adensada no decantador e enviada para coleta (b) para posterior análise.

Foi montado um quadro elétrico no qual operava no sistema manual ou automático sendo subdividido em A e B e uma bancada experimental para que pudéssemos ter o suporte necessário para a colocação dos reatores e as bombas dosadoras (Figura 05). Foram tomadas todas as possíveis medidas para efeito de isolamento e vedação para que as análises do experimento ocorressem com sucesso.

Figura 05 - Bancada mostrando os equipamentos (a) aquecedor (b) reator aeróbio (c) reator anaeróbio (d) bombas dosadoras (e) quadro elétrico (f) decantador.

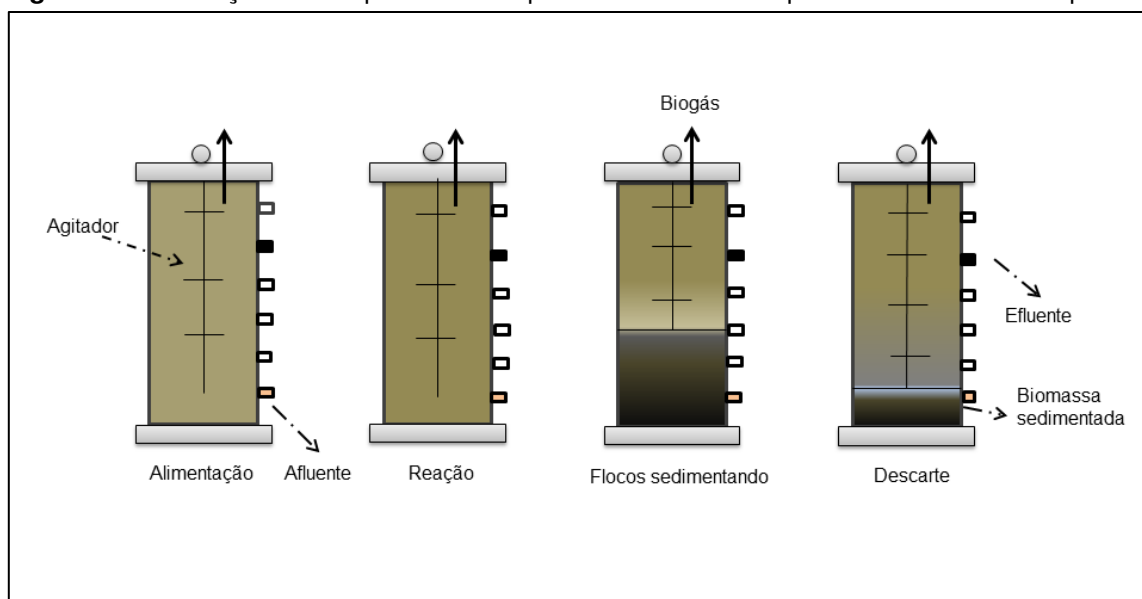


Fonte: Autoria própria.

A figura abaixo (Figura 06) nos mostra como era operada os reatores. O reator era alimentado com o lodo proveniente do tanque de cultivo, término do enchimento, em seguida a aeração, mistura e descarga. Essas etapas eram programadas por um temporizador, podendo ser manual ou automático. No momento da alimentação, esse temporizador enviava sinal elétrico no horário programado para a válvula ligar e acionar a bomba - As bombas dosadoras são destinadas ao bombeamento controlado. Realizava o controle da vazão no tratamento do efluente. O controle de vazão era por “pulso”.

No término da alimentação (fim do enchimento) o temporizador interrompia a passagem elétrica e iniciava a nova programação (aeração). Em seguida a mistura desse lodo ocorria. Lembrando que essas etapas aconteciam logo após o seu término. Quando atingia a certa altura, conforme mostra a figura 06, ocorria a descarga da biomassa e posterior avaliação.

Figura 06 – Ilustração das etapas do ciclo operacional do reator operado em batelada sequencial.



Fonte: Autoria própria.

Para escolher o lodo de inoculo (Figura 07) foi utilizado o tanque número seis (como já descrito acima) por permitir a diversidade morfológica aparente de microrganismos, bem como o aspecto geral dos flocos formados.

Figura 07 – Amostras (a) 13 (b) 9 extraídas do tanque.



Fonte: Autoria própria.

Percebemos que é constituído unicamente por processos físicos, com tecnologia para tratamento de efluente.

Acredita-se que os parâmetros aqui descritos são suficientes para monitorar o controle da qualidade da água no laboratório.

Tratando-se de relatório de estágio supervisionado, qualquer procedimento aqui abordado que necessite de um conhecimento mais profundo deve-se consultar as “enciclopédias” que tratam do assunto, como por exemplo, o *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, publicação da AWWA, APHA e WPCF.

6. CONCLUSÃO

O estágio supervisionado II foi realizado no Laboratório de Camarões Marinhos (LCM) da Universidade Federal de Santa Catarina e atendeu as minhas expectativas para a conclusão do curso de Engenharia de Aquicultura. Foi possível vivenciar a rotina de um laboratório aprendendo o cultivo da espécie marinha *Litopenaeus vannamei* e possível tratamento do efluente, onde foi notável o importante papel que a carcinicultura marinha pode desempenhar na aquicultura.

Um dos grandes desafios na produção comercial de organismos aquáticos está em busca por sistemas sustentáveis. O controle de qualidade da água é fundamental, onde suas variáveis afetam a integridade do sistema imune dos animais, além de influenciarem no crescimento e multiplicação de patógenos diversos. Assim, o tratamento de efluentes e o sistema de bioflocos “BFT” são tecnologias em processo de difusão e melhoramento no Brasil e no mundo.

O estágio é um momento de fundamental importância no processo de formação profissional. Neste estudo constituiu em um treinamento que possibilitou vivenciar o aprendizado na Faculdade, tendo como função integrar as inúmeras disciplinas que compõem o currículo acadêmico, promovendo um nível de consistência e o grau de entrosamento. Por meio dele pude perceber as diferenças do mundo organizacional e exercitar minha adaptação ao meio profissional.

Como propostas de trabalho apresento a importância dos estudantes do curso de Engenharia de Aquicultura tomarem conhecimento dessas atividades, uma vez que se constituem tão relevantes quanto à previsão e desenvolvimento de projetos em si. E que o sistema de bioflocos num futuro próximo pode garantir num futuro próximo um sistema sustentável e ambientalmente correto, minimizando o uso de água e economizando na alimentação artificial.

7. BIBLIOGRAFIA

ANDREATTA E.R, BELTRAME E. Cultivo de Camarões Marinhos, In: Poli RC, Poli ATB, Andreatta ER, Beltrame E. **Aquicultura: Experiências Brasileiras**, Multitarefa, Florianópolis-SC, p.199-220, 2004.

APHA (American Public Health Association). **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. Springfield, Byrd Prepress, 20 ed., 1998.

ARANA, L.A.V. **Princípios químicos de qualidade da água em aquicultura: uma revisão para peixes e camarões**. 2a ed. Revisada e Ampliada. Florianópolis: Editora da UFSC, 2004, 231 p.

Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura. In: **Ministério da Aquicultura – MPA**. 2011. Disponível em: <http://www.mpa.gov.br/images/Docs/Informacoes_e_Estatisticas/Boletim%20MPA%202011FINAL3.pdf> Acesso em: Novembro de 2013.

BOYD, C.E. **Guidelines for aquaculture effluent management at the farm-level**. Aquaculture n. 226, p. 101-112, 2003.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. **Manual prático de análise de água**. 1ª ed.- Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2004. 146 p.

DANIEL, L.M.C. **Remoção de nitrogênio via nitrito em reator operado em bateladas sequenciais contendo biomassa imobilizada e aeração intermitente**. Tese (doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, São Paulo, 2005.

EMBRAPA AMAZÔNIA OCIDENTAL. **A importância de monitorar a qualidade de água na piscicultura**. In: Instruções técnicas. IT/5, dez 1999, p. 1-4. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/668748/1/IT599.pdf>> Acesso em: Novembro de 2013.

FAO/NACA/UNEP/WB/WWF. 2006. **International Principles for Responsible Shrimp Farming**. Network of Aquaculture Centres in Asia-Pacific (NACA). Bangkok, Thailand. 20 p.

HENRY-SILVA, Gustaro Gonzaga; CAMARGO, Antônio Fernando Monteiro. Impacto das Atividades de Aquicultura e Sistemas de Tratamento de Efluentes com Macrófita Aquáticas - Relato de Caso: **B. Inst. Pesca**, São Paulo, v. , n. , p.163-173, 2008.

IAMAMOTO, C.Y. **Remoção de nitrogênio de águas residuárias com elevada concentração de nitrogênio amoniacal em reator contendo biomassa em**

suspensão operado em bateladas sequenciais e sob aeração intermitente. Tese (doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, São Paulo, 2006.

ICTIOTERM. **Base de datos terminológicos y de identificación de especímenes pesqueiras de las costas de Andalucía,** 2005. Disponível em: <http://www.ictioterm.es/nombre_cientifico.php?nc=235> Acesso em: Novembro de 2013.

KRUMMENAUER, D.; LARA, G.; POERSCH, L. H.; JUNIOR, W. W. Sistema de bioflocos: É possível reutilizar a água por diversos ciclos? In: **Revista Panorama da Aquicultura**, março, abril 2013.

KRUMMENAUER, D.; JUNIOR, C. A. S.; POERSCH, L. H.; FOES, G. K.; LARA, G. R.; JUNIOR, W. W. **Cultivo de camarões marinhos em sistema de bioflocos: Análise da Reutilização da Água.** Atlântica, Rio Grande, 34 (2) 103-11, 2012. Disponível em: <<http://www.seer.furg.br/atlantica/article/viewFile/3118/1769>>. Acessado em 22/11/2013.

KRUMMENAUER, D.; POERSCH, L. H.; FOES, G.; JUNIOR, C. A.; LARA, G.; JUNIOR, W. W. Sistema de Bioflocos aumenta produtividade no cultivo de camarões. In: **Sociedade Brasileira de Aquicultura – AQUABIO**, maio 2012. Disponível em: <<http://www.aquabio.com.br/noticia/sistema-de-bioflocos-aumenta-produtividade-no-cultivo-de-camaroes>>. Acessado em 22/11/2013.

LAPA, K.R. **Avaliação de desempenho do reator anaeróbio em batelada sequencial (ASBR). contendo biomassa imobilizada em pedra pome, para tratamento de esgoto sanitário.** Dissertação (mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, São Paulo, 2003.

LCM – Laboratório de Camarões Marinhos. **Gestão ambiental.** Disponível em: <<http://www.lcm.ufsc.br/index.php?area=45>>. Acessado em 22/08/2013.

MOCKAITIS, G. **Redução de sulfato em biorreator operado em batelada e batelada alimentada sequenciais contendo biomassa granulada com agitação mecânica e “Draft-Tube”.** Dissertação (mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, São Paulo, 2008.

POLI, C.R., ARANA L.V. Qualidade da água em aquicultura. In: Poli RC, Poli ATB, Andreatta ER, Beltrame E. **Aquicultura: Experiências Brasileiras**, Multitarefa, Florianópolis-SC, p.45-72, 2004.

VALENTI, W.C. Introdução. In: **Aquicultura no Brasil- Bases para um desenvolvimento sustentável.** P. 25-32. CNPq, Ministério da Ciência e Tecnologia: Brasília, 2000.

VELA, F.J. **Tratamento de esgoto sanitário em reator anaeróbio operado em bateladas sequenciais e periodicamente aerado**. Tese (doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, São Paulo, 2006.

VILANI, F.G. **Uso do farelo de arroz na fertilização da água em sistema de cultivo com bioflocos e seu efeito sobre o desempenho zootécnico de *Litopenaeus vannamei***. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2011.

Yemall Maigual E. ; Iván Sánchez O.; Tsunao Matsumoto. **Desempeño de tanques decantadores de sólidos en un sistema de recirculación para producción de tilapia**. In. Performance of sedimentation tanks in a recirculating system for tilapia production. REVISTA MVZ CORDOBA. Volumen 18(2) Mayo - Agosto 2013.

ZIMMER, T.R. **Influência da carga orgânica e do tempo de enchimento sobre o desempenho do reator anaeróbio em batelada sequencial com biomassa granulada tratando soro de queijo**. Dissertação (mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, São Paulo, 2006.